



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 41 434.3  
**Anmeldetag:** 06. September 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Ivoclar Vivadent AG,  
Schaan/LI  
**Bezeichnung:** Dentale Polymerfolie  
**IPC:** A 61 K, A 61 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 27. März 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hiebing', written over a vertical line.

Hiebing

# UEXKÜLL & STOLBERG

PATENTANWÄLTE

BESELERSTRASSE 4  
D - 22607 HAMBURG

DR. J.-D. FRHR. von UEXKÜLL (- 1992)  
DR. ULRICH GRAF STOLBERG (- 1998)

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS  
DIPL.-ING. JÜRGEN SUCHANTKE  
DIPL.-ING. ARNULF HUBER  
DR. ALLARD von KAMEKE  
DIPL.-BIOL. INGEBORG VOELKER  
DR. PETER FRANCK  
DR. GEORG BOTH  
DR. ULRICH-MARIA GROSS  
DR. HELMUT von HEESCH  
DR. JOHANNES AHME  
DR. HEINZ-PETER MUTH  
DR. MARTIN WEBER-QUITZAU  
DR. BERND JANSSEN  
DR. ALBRECHT von MENGES  
DR. MARTIN NOHLEN  
MÜNCHEN  
DIPL.-ING. LARS MANKE  
RECHTSANWALT IN HAMBURG  
DR. FRANK DETTMANN  
September 2002  
P 60685 UMG/UW/fz

Ivoclar Vivadent AG  
Bendererstr. 2

FL-9494 Schaan  
Liechtenstein

## Dentale Polymerfolie

Die vorliegende Erfindung betrifft eine dentale Polymerfolie,  
die zur Beschichtung von Zahnoberflächen und insbesondere deren  
5 Schutz vor Karies eingesetzt werden kann.

Karies ist ein an Prädilektionsstellen der Zahnoberfläche begin-  
nender und in die Tiefe fortschreitender Entkalkungs- und Auflö-  
sungsprozess von Schmelz und Dentin, ausgelöst durch bakterielle  
10 Säuren bzw. beschleunigt durch diätetische Säuren. Als Prädilek-  
tionsstellen gelten Fissuren und Grübchen, Approximalflächen im  
Zahnkontakt und zervikale Glattflächen. Eine kariöse Läsion  
beginnt als zunächst nur mikroskopisch sichtbarer Demineralisa-  
tionsprozess, wobei die Konturoberfläche der betroffenen Zahn-  
15 hartsubstanzareale vorläufig noch erhalten bleibt. Bei weiterem  
Fortschreiten des kariösen Prozesses bricht schließlich die noch  
intakte Oberflächenschicht ein. Eine vollständige Wiederherstel-  
lung ist dann nicht mehr möglich, da unter anderem eine Matrix-  
struktur fehlt, um eine Repräzipitation von Calciumphosphatver-  
20 bindungen zu ermöglichen.

Die Besiedelung mit pathogenen Keimen (Plaque) ist die Haupt-  
ursache für Erkrankungen der Zahnhartschubstanz und des Zahnhalte-  
apparats. Streptokokkus mutans und Lactobazillen sind für den

Kariesprozess verantwortlich, Anaerobier wie *Prevotella intermedia*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* u.a. für Gingivitis und Parodontitis.

5 Die Versiegelung von Fissuren und Grübchen hat sich als effiziente prophylaktische Massnahme erwiesen. Mit einer absolut dichten, adhäsiven Versiegelung auf Polymerbasis werden drei Ziele erreicht: Die Progression bestehender Schmelz- und initialer Dentinläsionen in der Tiefe der Fissur wird gestoppt; der  
10 versiegelte Schmelz wird säureunlöslich; die Kariesprädispositionsstelle wird durch Veränderung der Zahnmorphologie eliminiert. Allerdings stellt das Aufbringen der Substanz zur Versiegelung des Zahnes insbesondere im Approximalraum ein Problem dar.

15

Für die Prävention bzw. Therapie von Karies und Gingivitis werden häufig die z.B. in S.G. Ciancio, "Agents for the management of plaque and gingivitis", J. Dent. Res. 71, 1450 (1992) und P.D. Marsh, "Microbiological aspects of the chemical control of  
20 plaque and gingivitis", J. Dent. Res. 71, 1431 (1992) aufgeführten antimikrobiellen Wirkstoffe eingesetzt. Beispiele hierfür sind:

Organische Verbindungen wie z.B. Bisbiguanide, Chlorhexidindigluconat oder -diacetat; quarternäre Ammoniumverbindungen wie  
25 Benzalkoniumchlorid und Cetylpyridiniumchlorid; phenolische Verbindungen wie Triclosan, Thymol und Hexetidin und anorganische Ionen wie Silber-, Zink-, Zinn- und Kupferionen.

30 Angewendet werden diese Wirkstoffe vor allem in Form von Mundwasser, Zahnpasta oder Gel. Nachteilig ist, dass durch die relativ kurze Kontaktzeit für eine klinisch erfolgreiche Therapie eine tägliche, mindestens zweimalige Anwendung erforderlich ist. Dies bedeutet, dass der Behandlungserfolg sehr stark von der  
35 Disziplin des Patienten abhängig ist. Zudem sind die eingesetzten Wirkstoffe so unspezifisch, dass auch nicht pathogene Keime abgetötet werden und somit das biologische Gleichgewicht in der

Mundhöhle deutlich gestört wird.

Bei der Parodontitistherapie werden in Kombination zur mechanischen Wurzelglättung auch Antibiotika wie z.B. Metronidazol, Amoxicillin oder Doxycyclin systemisch verabreicht. Bei systemischer Gabe ist jedoch mit starken Nebenwirkungen zu rechnen, die vor allem durch die Zerstörung der Darmflora hervorgerufen werden. Aus diesem Grund ist man bei der antibakteriellen Parodontitistherapie dazu übergegangen, die Wirkstoffe lokal in Form von Gelen, oder auch mittels gecoatetem Faden bzw. chipförmigem Wirkstoffträger zu applizieren, wie in G. Greenstein, A. Polson: "The role of local drug delivery in the management of periodontal diseases: a comprehensive review"; J. Periodontol 69, 507 (1998) beschrieben.

15

Aus der DE 197 43 897 A1 sind Mittel zur Prophylaxe und Therapie von Approximalkaries beschrieben, die eine therapeutisch wirksame Menge eines Fluorids enthalten, welches in ein resorbierbares Polymermaterial eingebettet ist. Das Fluorid soll dabei kontinuierlich aus dem Polymermaterial freigesetzt werden. Als weitere Inhaltsstoffe werden Antiplaquemittel oder Antibiotika aufgeführt. Das Mittel wird zwischen den Zähnen (approximal) fixiert, wobei es für einen besseren Halt zusätzlich mit einer Klebeschicht versehen sein kann. Die Prophylaxe und Therapie von Approximalkaries wird also vornehmlich durch die Freisetzung eines Fluorids im Approximalraum erzielt. Allerdings zeigen diese Mittel eine nur unzureichende Haftung an dem Zahn und sie sind aufgrund ihrer Streifheit nur schwierig an die Zahnoberfläche vollständig anformbar.

30

Aus der US 5,626,866 ist ein Gel als Wirkstoff-freisetzendes System bekannt, wobei dieses Gel auf eine Folie aufgebracht und dann auf die Schleimhaut oder die Haut appliziert wird. Der Wirkstoff wird dann aus dem Gel freigesetzt. Das System ist insbesondere als sogenanntes Nikotinpflaster einsetzbar.

Ein weiterer Lösungsansatz wird in EP 452 446 B1 beschrieben.

Hierbei werden Wirk- und Zusatzstoffe für die Mund- und Zahnhygiene zusammen mit einem Bindemittel zu einer Folie verarbeitet, und diese Folie wird in den Mund eines Patienten eingebracht. Die Bindemittelmischung kann auch auf eine Trägerfolie aufgebracht sein. Die Folie ist nicht für eine längere Verweildauer im Mund vorgesehen und zeigt daher eine nur geringe Haftung an der Zahnoberfläche.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die bekannten Systeme entweder nur schwer auf die zu schützenden Stellen der Zahnoberfläche aufbringbar sind oder wegen Mängeln bei der Anformbarkeit oder wegen ihrer schlechten Hafteigenschaften nicht oder nur unzureichend als vollständiger Schutz der Zahnoberfläche dienen können. Aufgrund des unzureichenden Kontakts sind sie auch häufig nicht in der Lage, den Zahn mit ggf. vorhandenem Wirkstoff in ausreichendem Maße zu versorgen.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Mittel zur Beschichtung von Zahnoberflächen und insbesondere zur Prävention bzw. zur Behandlung von Zahnkaries zur Verfügung zu stellen, bei dem die vorgenannten Nachteile nicht auftreten.

Diese Aufgabe wird überraschenderweise durch die dentale Polymerfolie gemäß den Ansprüchen 1 bis 19 gelöst. Die Erfindung betrifft weiter die Verwendung der Polymerfolie gemäß den Ansprüchen 20 und 21, das Verfahren zur Beschichtung einer Zahnoberfläche gemäß den Ansprüchen 22 und 23 und den Kit gemäß Anspruch 24.

Die erfindungsgemäße dentale Polymerfolie zum Beschichten von Zahnoberflächen zeichnet sich dadurch aus, dass die Polymerfolie polymerisierbare Gruppen aufweist.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass das Vorhandensein von noch polymerisierbaren Gruppen in der Polymerfolie zu einer sehr guten Anformbarkeit der Folie an Zahnoberflächen und nach erfolgter Polymerisation dieser Gruppen zu gehärteten Folien mit

ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften und hervorragender Haftung an den Zahnoberflächen führt. Daher kann die Folie bevorzugt für einen dauerhaften Verbleib im besonders schwer zugänglichen Approximalbereich verwendet werden.

5

Die Bereitstellung der polymerisierbaren Gruppen in der Folie kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Beispielsweise kann bei der Herstellung der Folie die Polymerisation bei einem bestimmten Polymerisationsgrad abgebrochen werden, so dass noch  
10 reaktionsfähige Monomere in der Folie verbleiben. Auch können verschiedene Monomere mit unterschiedlichen Reaktivitäten verwendet werden, so dass in einem ersten Schritt die reaktiveren Monomere die Folie bilden und in einem zweiten Schritt durch erneute Initiierung die auf den Zahn aufgebrachte Folie ausge-  
15 härtet wird. Dies kann auch dadurch erreicht werden, dass verschiedene Monomere benutzt werden, die nach unterschiedlichen Mechanismen polymerisiert werden können, so dass z.B. die Folie durch eine kationische Polymerisation hergestellt wird und anschließend durch eine radikalische Reaktion ausgehärtet wird.  
20 Weiterhin ist es möglich, eine Polymerfolie mit Monomeren zu behandeln, d.h. die Polymerfolie z.B. in Monomeren quellen zu lassen, so dass die Monomere in die Folie aufgenommen werden und so zu einem Gehalt an polymerisierbaren Gruppen führen. Auch können Polymere chemisch modifiziert werden, indem polymerisationsfähigen Gruppen eingefügt werden.  
25

Die Einführung von polymerisierbaren Gruppen kann durch polymeranaloge Reaktionen erfolgen. Beispielsweise lassen sich technisch zugängliche synthetische Polymere verwenden, die dann  
30 chemisch modifiziert werden. Beispiel hierfür sind: Polyvinylalkohol, Vinylalkohol-Copolymere z.B. von Ethen oder Vinylacetat, sowie Polyvinylacetale, in die durch Umsetzung der vorhandenen OH-Gruppen mit 2-Isocyanatoethylmethacrylat oder Methacrylsäurechlorid bzw. -anhydrid polymerisationsfähige Methacrylat-Gruppen  
35 einführbar sind. Gleichfalls lassen sich auch beliebige Copolymere der Acryl- oder Methacrylsäure z.B. mit Acryl- oder Methacrylsäureestern, Styrol, Vinylacetat, Acrylnitril oder Acryl-

bzw. Methacrylamid mit Glycidylmethacrylat bzw. 2-Isocyanatoethylmethacrylat umsetzen, wobei die polymerisationsfähigen Gruppen durch Ester- bzw. Amidgruppen seitenständig an die Primärkette gebunden sind. Analog ist auch eine chemische Modifizierung von Biopolymeren möglich. Beispielsweise lassen sich Cellulose oder Cellulose-Derivate, wie Ester oder Ether, die für ihre guten filmbildenden Eigenschaften bekannt sind, durch Umsetzung mit 2-Isocyanatoethylmethacrylat oder Methacrylsäurechlorid bzw. -anhydrid derivatisieren.

10

Es ist bevorzugt, dass die polymerisierbaren Gruppen zumindest teilweise und insbesondere überwiegend Acrylat- oder Methacrylat-Gruppen sind.

15 Die polymerisierbaren Folien können auch durch Polyaddition von Monomeren bzw. Oligomeren oder Prepolymeren, die polymerisationsfähige Gruppen tragen, so hergestellt werden, dass zumindest ein Teil dieser Gruppen für die weitere Aushärtung der Polymerfolie verfügbar ist.

20

Die erfindungsgemäße dentale Polymerfolie ist vorzugsweise auf der Basis von Polyurethanen, Michael-Additionsharzen oder anderen Polyaddukten aufgebaut.

25 Als Polyurethane werden insbesondere die Produkte der Reaktion von Diisocyanaten, wie z.B. Toluylendiisocyanat, Methylendiphenyldiisocyanat, 2,2,4-Trimethylhexamethylendiisocyanat oder Isophorondiisocyanat oder den daraus hergestellten oligomeren Polyisocyanaten, mit geeigneten Polyolen eingesetzt, wie Ethylenglycol, Propylenglycol, Glycerin, Trimethylolpropan, Pentaerythrit, Sorbit, Polyethylenglycol, Polypropylenglycol oder entsprechende Copolymeren oder daraus hergestellten di- oder trifunktionellen Polyolen.

30

35 Als Katalysatoren für diese Reaktion kommen vornehmlich zinnorganische Verbindungen oder tertiäre Amine in Frage.

Zur Einführung der polymerisierbaren Gruppen werden die Isocyanate zusätzlich mit polymerisierbaren Hydroxy-Verbindungen, insbesondere 2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, Hydroxypropylmethacrylat, N-(2-Hydroxyethyl)(meth)acrylamid, Glycerinmono- und  
5 -dimethacrylat oder Bis-GMA, umgesetzt.

Durch die gezielte Auswahl der Isocyanat- und Alkoholkomponenten lassen sich die Flexibilität, die Festigkeit, der Vernetzungsgrad, die Quelleigenschaften gegenüber verschiedenen Lösungsmitteln und die Hydrophilie der Folien sowohl vor als auch nach  
10 der abschliessenden Polymerisation variieren.

Bevorzugt in der erfindungsgemäßen Polymerfolie eingesetzte Michael-Reaktionsharze sind die Umsetzungsprodukte von multifunktionellen Acrylaten mit di- oder multifunktionellen Acetoacetaten. Beispiele für geeignete Acrylate sind Ethylenglycoldiacrylat, Hexandioldiacrylat, Tripropylenglycoldiacrylat, ethoxyliertes Bisphenol-A-Diacrylat, Polyethylenglycol-200-diacrylat, Trimethylolpropantriacyrat, Pentaerythrittetraacrylat. Diese  
15 Acrylate lassen sich insbesondere mit tri- oder tetrafunktionellen Acetoacetaten, wie z.B. Trimethylolpropan- und Glycerintrisacetoacetat sowie Pentaerythrit-tetrakis-acetoacetat zu Netzwerkpolymeren umsetzen. Als Katalysatoren für die Bildung der Michael-Additionsharze werden vorzugsweise Alkalimetallhydroxide, z.B. KOH, Tetraalkylammoniumhydroxide, z.B. Tetrabutylammoniumhydroxid, insbesondere aber bicyclische Amidine, wie 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]-5-nonen oder 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]-7-undecen, und Guanidine, vor allem Tetramethylguanidin, eingesetzt.  
20 Polyadditionsprodukte mit nicht umgesetzten polymerisierbaren Gruppen werden erhalten, wenn die multifunktionellen Acrylate im Überschuss eingesetzt werden, oder Acetoacetate mit polymerisierbaren Gruppen, wie z.B. 2-Acetoacetoxyethylmethacrylat, verwendet werden, oder Lösungen der multifunktionellen Acrylate in Mono- oder Dimethacrylaten bzw. deren Mischungen eingesetzt  
25 werden. Durch die Struktur und Funktionalität der Acetoacetate und Acrylate lassen sich Elastizität, Festigkeit und die Filmbildungseigenschaften der erhaltenen Polyaddukte gezielt vari-



ieren.

Bevorzugt in der erfindungsgemäßen Polymerfolie eingesetzte andere Polyaddukte sind Epoxid-Amin-Addukte, Epoxid-Anhydrid-Addukte sowie Polysiloxan-Addukte. Weitere geeignete andere Polyaddukte sind über die Thiol-En-Reaktion zugänglich.

Die Reaktivität und die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Polymerfolie lassen sich durch Verwendung der folgenden Additive bei der Herstellung der Folie gezielt beeinflussen.

Radikalisch polymerisierbare Verbindungen können als Additive eingesetzt werden, um die Festigkeit und den E-Modul der Folie zu erhöhen oder die Wasseraufnahme zu verringern. Hierfür eignen sich insbesondere (Meth)acrylate, Styrol und Styrolerivate, Allylverbindungen oder Vinylcyclopropane, wobei (Meth)acrylate besonders bevorzugt sind. Bevorzugt werden monofunktionelle Monomere, wie z.B. Methyl-, Ethyl-, Butyl-, Benzyl-, Furfuryl- oder Phenyl(meth)acrylat, und die als Vernetzermomere bekannten mehrfunktionellen Acrylate bzw. Methacrylate, wie z.B. Bisphenol-A-di(meth)acrylat, Bis-GMA (ein Additionsprodukt aus Methacrylsäure und Bisphenol-A-diglycidylether), UDMA (ein Additionsprodukt aus 2-Hydroxyethylmethacrylat und 2,2,4-Hexamethylendiisocyanat), Di-, Tri- oder Tetraethylenclycol-di(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat, Pentaerythrit-tetra(meth)acrylat, sowie Butandioldi(meth)acrylat, Glycerindimethacrylat, 1,10-Decandioldi(meth)acrylat oder 1,12-Dodecandioldi(meth)acrylat, verwendet.

30

Oligomere und Polymere, die endständige und/oder seitenständige radikalisch polymerisierbare Gruppen tragen, können als Additive eingesetzt werden, um die Flexibilität der Folie und deren Substrathaftung zu verbessern. Hierfür eignen sich insbesondere  $\alpha, \omega$ -(meth)acryloyl-terminierte Polyester-, Polyether-, Polyepoxid-Amin- oder Polyurethan-Telechele oder Kieselsäurepolykondensate, wie sie durch hydrolytische Kondensation von Silanen

35

erhältlich sind. Solche Kieselsäurepolykondensate sind beispielsweise in der DE 44 16 857 C1 oder DE 41 33 494 C2 beschrieben. Als radikalisch polymerisierbare Gruppen sind Methacryl- oder Acrylgruppen bevorzugt.

5

Kationisch polymerisierbare Verdünner- oder Vernetzermomere können als Additive eingesetzt werden, um die Aushärtung der Folie zu beschleunigen. Hierfür eignen sich insbesondere Glycidylether oder cycloaliphatische Epoxide, cyclische Ketenacetale,

10

Vinylether, Spiro-orthocarbonate, Oxetane oder bicyclische Orthoester. Bevorzugte Beispiele sind Triethylenglycoldivinylether, Cyclohexandimethanol-divinylether, 2-Methylen-1,4,6-trioxaspiro[2.2]nonan, 3,9-Dimethylen-1,5,7,11-tetraoxaspiro[5.5]undecan, 2-Methylen-1,3-dioxepan, 2-Phenyl-4-methylen-1,3-dioxolan, 15 Bisphenol-A-diglycidylether, 3,4-Epoxy-cyclohexylmethyl-3,4-epoxycyclohexancarboxylat, Bis-(3,4-epoxycyclohexylmethyl)adipat, Vinylcyclohexendioxid, 3-Ethyl-3-hydroxymethyloxetan, 1,10-Decandiyldis(oxymethylen)bis(3-ethyl-oxetan) oder 3,3-(4-Xylylendioxy)-bis-(methyl-3-ethyloxetan).

20

Kationisch polymerisierbare Kieselsäurepolykondensate können als Additive eingesetzt werden, um die Abrasionsfestigkeit und Härte der Folie zu verbessern. Hierfür eignen sich Kieselsäurepolykondensate, die kationisch polymerisierbare Gruppen, bevorzugt z.B.

25

Epoxid-, Oxetan-, Spiroorthoester oder Vinylethergruppen tragen. Die Synthese dieser Kieselsäurepolykondensate kann beispielsweise durch hydrolytische Kondensation von Silanen erfolgen, wie sie z.B. in der DE 41 33 494 C2 oder der US 6,096,903 beschrieben sind.

30

Es sind erfindungsgemäße Polymerfolien bevorzugt, bei denen zumindest ein Teil der polymerisierbaren Gruppen radikalisch und/oder kationisch polymerisierbar ist.

35

Zur Initiierung der Polymerisation der polymerisierbaren Gruppen enthält die Polymerfolie vorzugsweise Initiatoren für eine thermische, photochemische oder redoxinduzierte Polymerisation.

Diese Initiatoren können insbesondere in mikroverkapselter Form vorliegen. Dadurch wird es ermöglicht, die Aushärtungsreaktion durch Druck oder Ultraschall zu starten.

- 5 Zur Initiierung der radikalischen Polymerisation werden vorzugsweise thermische und/oder Photoinitiatoren eingesetzt. Bevorzugte Beispiele für thermische Initiatoren sind die bekannten Peroxide, wie z.B. Dibenzoylperoxid, Dilaurylperoxid, tert.-Butylperoxoat oder tert.-Butylperbenzoat, auch in Kombination  
10 mit Barbitur- oder Sulfinsäurederivaten. Weitere thermische Initiatoren sind Azo-bis-isobutyroethylester, Azo-bis-isobutyronitril, Benzpinakol oder 2,2-Dimethylbenzpinakol. Beispiele für geeignete Photoinitiatoren sind Benzophenon, Benzoin sowie deren Derivate oder  $\alpha$ -Diketone oder deren Derivate wie 9,10-Phenanthrenchinon, Diacetyl oder 4,4-Dichlorbenzil. Bevorzugt werden  
15 Campherchinon und 2,2-Methoxy-2-phenyl-acetophenon und besonders bevorzugt  $\alpha$ -Diketone in Kombination mit Aminen als Reduktionsmittel, wie z.B. 4-(N,N-Dimethylamino)-benzoesäureester, N,N-Dimethylaminoethylmethacrylat, N,N-Dimethyl-sym.-xylidin oder  
20 Triethanolamin, eingesetzt. Acylphosphine, wie z.B. 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenyl- oder Bis(2,6-dichlor-benzoyl)-4-N-propylphenylphosphinoxid sind besonders bevorzugt.

- Für die Aushärtung von kationisch polymerisierbaren Gruppen sind  
25 Diaryliodonium- oder Triarylsulfoniumsalze, wie z.B. Triphenylsulfoniumhexafluorophosphat oder -hexafluoroantimonat besonders bevorzugt. Dabei ist vorteilhaft, dass diese Initiatoren sich auch zur Aushärtung der radikalisch polymerisierbaren Gruppen der Folien eignen.

30

- Zur Verstärkung kann die erfindungsgemäße Polymerfolie organische oder anorganische Füllstoffe enthalten. Zu diesem Zweck werden diese Füllstoffe in der Regel bei der Herstellung der Polymerfolie eingearbeitet. Die Einarbeitung von faserförmigen  
35 Füllstoffen kann dabei je nach Anwendung isotrop oder anisotrop erfolgen. Bevorzugte anorganische teilchenförmige Füllstoffe sind amorphe kugelförmige Materialien auf der Basis von Oxiden,

wie  $\text{ZrO}_2$  und  $\text{TiO}_2$ , oder auf Basis von Mischoxiden aus  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  und/oder  $\text{TiO}_2$ , und besonders bevorzugt mikrofeine oder nanopartikuläre Füllstoffe, wie Silsesquioxane oder Metalloxidcluster, pyrogene Kieselsäure oder Fällungskieselsäure mit einer  
5 durchschnittlichen Teilchengrösse von 1 bis 500 nm sowie röntgenopake Füllstoffe, wie z.B. Ytterbiumtrifluorid, Bariumsulfat, Lanthan- oder Tantaloxid. Darüber hinaus können auch sehr kurze Glasfasern, Whisker oder Schichtsilikate, z.B. Glimmerpartikel, als Füllstoffe verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist es,  
10 wenn die Füllstoffe mit geeigneten Haftvermittlern oberflächenmodifiziert worden sind.

Zur Verhinderung einer vorzeitigen Polymerisation der vorhandenen polymerisierbaren Gruppen enthält die erfindungsgemäße Polymerfolie bevorzugt geeignete Polymerisationsinhibitoren. Dafür  
15 eignen sich aerobe Inhibitoren, wie aromatische Phenole, z.B. Hydrochinonmonomethylether (MEHQ) oder 2,5-di-tert.-butyl-4-methylphenol (BHT), und insbesondere anaerobe Inhibitoren, wie sekundäre aromatische Amine z.B. Phenothiazin, N,N'-Diphenylphenylendiamin oder stabile Radikale, z.B. das 2,2,6,6-Tetramethylpiperidin-1-oxyl-Radikal (TEMPO).  
20

Zur Stabilisierung der ausgehärteten Polymerfolie kann diese vorzugsweise ein oder mehrere Antioxidantien, z.B. Alkylphenole,  
25 Hydroxyphenylpropionate, Hydroxybenzyl-Verbindungen oder Alkylidenbisphenole, und/oder Lichtschutzmittel, wie UV-Absorber vom Hydroxybenzophenon- oder 2-(2-Hydroxyphenyl)-benzotriazol-Typ, enthalten.

30

Um der dentalen Polymerfolie ein dem Zahn entsprechendes Aussehen zu verleihen, kann sie ausserdem einen oder mehrere Farbstoffe und/oder Pigmente enthalten. Hierbei kommen vor allem Pigmente, wie  $\text{TiO}_2$  und  $\text{ZnO}$ , oder Farbpigmente, wie chromophore  
35 Xerogele, oder Farbstoffe, wie beispielsweise Azo-, Phenothiazin- oder Anthrachinonfarbstoffe zur Anwendung. Aber auch die Verwendung von thermochromen Farbstoffen, wie Chromazone Blue

(Eckart), RT31 (Kelly Corp.) oder pH-sensitiven Farbstoffen, wie beispielsweise Thymolblau, Kongorot, Alizarin oder Phenolphthalein, ist möglich.

- 5 Zur Verbesserung der Haftung auf der Zahnoberfläche kann die erfindungsgemäße Polymerfolie vorzugsweise einen Haftvermittler aufweisen. Dieser kann in der Polymerfolie enthalten oder auf einer Seite aufgeschichtet sein. Bevorzugt ist die dentale Polymerfolie auf der der Zahnoberfläche zugewandten Seite mit einem
- 10 Haftvermittler für die Zahnhartsubstanz beschichtet. Dabei sind vor allem polymerisationsfähige Carbonsäuren, Phosphonsäuren oder Dihydrogenphosphorsäuremonoester als Haftvermittler einsetzbar. Bevorzugte Beispiele sind: Acrylsäure, Methacrylsäure, 4-Methacryloyloxyethyloxycarbonyl-phthalsäure (4-MET) oder dessen Anhydrid (4-META), 10-Methacryloyloxydecamethylen-malonsäure, 4-
- 15 Methacryloylaminosalicylsäure, der Phosphorsäureester von Pentaacryloyldipentaerythritol, 2-Methacryloyloxydecamethylenphosphorsäuremonoester (MDP), 4-Vinylbenzylphosphonsäure oder 2-[4-(Dihydroxyphosphoryl)-2-oxabutyl]acrylsäureethylester. Mit
- 20 solchen Säuremonomeren lassen sich auch Polymerfolien herstellen, die zu einem Ionenaustausch befähigt sind.

Die dentale Polymerfolie kann ausserdem ein Antihaftadditiv aufweisen. Sie ist bevorzugt auf der der Zahnoberfläche abge-

25 wandten Seite mit einem Antihaftadditiv für Plaque beschichtet, um auf diese Weise die unerwünschte Ansammlung von Plaque oder eine Verfärbung zu verhindern. Geeignete Antihaftadditive sind fluoriierte Monomere, wie z.B. perfluorierte Alkylmethacrylate.

30

Darüberhinaus kann die dentale Polymerfolie noch eine oder mehrere Wirkstoffe enthalten. Als Wirkstoffe kommen vornehmlich antimikrobielle Verbindungen oder Antibiotika in Frage.

- 35 Besonders bevorzugt sind solche Wirkstoffe, die über eine entsprechende funktionelle Gruppe im Molekül mit den zum Aufbau der Polymerfolie verwendeten Monomeren copolymerisieren können.

Somit werden sie polymergebunden immobilisiert, wodurch eine langfristige Ausrüstung der Polymerfolie und insbesondere ihrer Oberfläche erzielt wird. Dies führt dazu, dass anhaftende Keime abgetötet werden oder zumindest deutlich an Aktivität verlieren.

- 5 Entsprechende polymerisierbare Wirkstoffe sind z.B. in EP-A-0 537 774, EP-A-0 705 590 oder DE-A-196 54 897 beschrieben.

Zu den verwendbaren antimikrobiellen Wirkstoffen zählen vor allem die organischen Verbindungen Thymol, Triclosan, Cetylpyridiniumchlorid, Chlorhexidindiacetat sowie anorganische Verbindungen wie Zinkchlorid und Zinnfluorid. Als Antibiotika können insbesondere Metronidazol, Minocyclin, Doxycyclin und Tetracyclin zur Anwendung kommen. Die Wirkstoffe sind bevorzugt in einer Konzentration von 0,01 bis 10 Gew.-% in der erfindungsgemäßen Polymerfolie enthalten.

Weiterhin kann die erfindungsgemäße Polymerfolie auch noch andere Additive enthalten, wie z.B. Aromastoffe, Weichmacher, optische Aufheller oder Effektstoffe.

20

Die erfindungsgemäße Polymerfolie kann aufgrund ihrer Elastizität und plastischen Verformbarkeit einfach durch den Anwender direkt auf den ausgewählten Bereich eines Zahnes aufgebracht werden. Zur vereinfachten Handhabung ist die Polymerfolie vorzugsweise ablösbar auf einer Trägerfolie gehalten, die insbesondere lichtdurchlässig ist, um eine anschließende Photopolymerisation nicht zu behindern.

25

30 In einer bevorzugten Ausführungsform kann die erfindungsgemäße Polymerfolie auch aus mehreren Schichten aufgebaut sein, wobei die einzelnen Schichten spezielle Eigenschaften aufweisen. Einerseits kann die innere, zum Zahn weisende Schicht hydrophil sein und auch Monomere bzw. Funktionalitäten aufweisen und sich damit durch eine besondere Affinität zur Zahnoberfläche auszeichnen, so dass sogar auf den Einsatz eines zusätzlichen Adhäsivs zur Befestigung an der Zahnoberfläche verzichtet werden

35

kann. Andererseits kann die äußere Schicht dagegen hydrophob sein und eine geringe Plaqueaffinität besitzen.

Durch die Flexibilität der noch nicht ausgehärteten Polymerfolie lässt sich diese problemlos an die gekrümmte Zahnoberfläche im Approximalraum anpassen. Zur besseren Zugänglichkeit des Approximalraums wird häufig ein sogenannter Zahnspreizer verwendet, mit dessen Hilfe der Abstand zwischen den betreffenden Zähnen vergrößert und damit das Einbringen der Polymerfolie unterstützt werden kann. Die Polymerfolie kann vom Anwender selbst an die erforderliche Grösse angepasst werden oder es erfolgt die Verwendung von vorgefertigten Folienstücken, die vorzugsweise eine ovale Fläche aufweisen. Danach wird regelmäßig so vorgegangen, dass das Folienstück direkt auf die gereinigte und/oder konditionierte Zahnoberfläche aufgebracht, mit einem geeigneten zahnärztlichen Instrument provisorisch gehalten bzw. fixiert und und schließlich insbesondere mittels Lichtpolymerisation ausgehärtet wird.

Zur Unterstützung der Anpassung kann die Polymerfolie mit Hilfe der vorzugsweise vorgesehenen Trägerfolie auf die Zahnoberfläche aufgebracht werden, wobei nach Polymerisation der polymersierbaren Gruppen und damit der Härtung der Polymerfolie die Trägerfolie wieder entfernt wird.

25 Besonders einfach lässt sich die Polymerfolie mit Hilfe einer Trägerfolie an die Zahnoberfläche im Approximalraum anpassen, die als aufblasbarer Folienbeutel gestaltet ist. Beim Aufblasen presst das entstehende "Kissen" der Trägerfolie die Polymerfolie im Zwischenraum optimal auf die zu versiegelnde Fläche. Bei Einsatz von einer lichtdurchlässigen Trägerfolie kann diese während einer Lichtpolymerisation im Approximalraum verbleiben. Sie wird erst nach der gewünschten Aushärtung entfernt.

35 Weiter ist es möglich die Polymerfolie mittels eines Adhäsivs auf der ausgewählten Zahnoberfläche zu befestigen. Eine solche adhäsive Aufbringung kann entweder mittels der sogenannten "Säu-

re-Ätz-Technik" oder mittels eines "self-etching Primer" erfolgen.

Bei der "Säure-Ätz-Technik" wird in einem ersten Schritt mit  
5 einer ca. 35%igen Phosphorsäurelösung oder einem entsprechenden  
Gel die Dentin- und/oder Zahnschmelzoberfläche konditioniert und  
anschließend in einem zweiten Schritt ein geeignetes Adhäsiv,  
wie z.B. das Schmelz/Dentin-Adhäsiv Excite® der Fa. Ivoclar  
Vivadent AG,) auf die Oberfläche aufgebracht. Diese Vorbehand-  
10 lung führt dazu, dass schließlich ein kovalenter Verbund zwi-  
schen der Zahnoberfläche einerseits und der aufgetragenen Poly-  
merfolie andererseits erzielt wird, indem eine Copolymerisation  
von insbesondere (Meth)acrylatgruppen stattfindet, die sowohl im  
Adhäsiv als auch in der Polymerfolie vorhanden sind.

15

Hierin zeigt sich auch der besondere Vorteil der erfindungsgemä-  
ßen Polymerfolie, die durch ihre Flexibilität nicht nur eine  
optimale Anpassung an die Zahnoberfläche gestattet, sondern  
durch die in ihr vorhandenen reaktiven, d.h. polymerisierbaren  
20 Gruppen auch kovalente Bindungen zur Zahnoberfläche herstellen  
kann.

25

Bei der Verwendung einer Reaktionshaftgrundierung, d.h. eines  
"self-etching Primers", übernimmt diese die Funktion der Phos-  
phorsäure zur Konditionierung der Zahnoberfläche. Üblicherweise  
sind solche Reaktionshaftgrundierungen derart aufgebaut, dass  
sie Säuremonomere enthalten, wie z.B. die in der DE 27 11 234  
beschriebenen polymerisierbaren Phosphorsäure- oder  
Phosphonsäuremethacrylate. Diese wirken auf die Zahnoberfläche  
30 vergleichbar zur Phosphorsäure, werden jedoch nach der erforder-  
lichen Einwirkzeit nicht abgespült, sondern werden in einem  
zweiten Schritt in das Adhäsiv einpolymerisiert.

35

Die Erfindung betrifft somit auch die Verwendung der erfindungs-  
gemäßen dentalen Polymerfolie zur Beschichtung von Zahnoberflä-  
chen und insbesondere zu deren Versiegelung und damit zur Be-  
handlung von oder Schutz vor Karies. Besonders bevorzugt erfolgt



dabei eine Behandlung von Zahnoberfläche im Approximalraum. Die Verwendung erfolgt dabei insbesondere dadurch, dass die Polymerfolie auf die Zahnoberfläche aufgebracht und durch Verformen an diese angepasst wird, und die polymerisierbaren Gruppen der  
5 aufbrachten und angepassten Polymerfolie polymerisiert werden.

Die Erfindung stellt weiterhin ein Verfahren zur Beschichtung einer Zahnoberfläche zur Verfügung, bei dem die Polymerfolie auf die Zahnoberfläche aufgebracht und durch Verformen an diese  
10 angepasst wird, und die polymerisierbaren Gruppen der aufbrachten und angepassten Polymerfolie polymerisiert werden.

Dabei ist ein Verfahren bevorzugt, bei dem zur Beschichtung einer Zahnoberfläche im Approximalraum der Approximalraum mit-  
15 tels eines Spreizers gespreizt wird, die zu beschichtende Oberfläche gereinigt und mittels Ätztechnik oberflächenkonditioniert wird, wonach ein Adhäsiv auf die so vorbereitete Zahnfläche aufgebracht und die erfindungsgemäße Polymerfolie in den Approximalraum eingebracht und an die zu versiegelnde Zahnoberfläche  
20 angelegt und deren polymerisierbare Gruppen nach Anformung polymerisiert werden, um eine Versiegelung zu ergeben.

Ausserdem betrifft die Erfindung einen Kit, der die erfindungsgemäße Polymerfolie zur Versiegelung und zum mechanischen Schutz  
25 der Zahnoberfläche und ein Adhäsiv zur Fixierung der Polymerfolie auf der Zahnoberfläche aufweist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Beispielen näher erläutert.

30

### Beispiele

In den folgenden Beispielen 1 bis 4 erfolgte die Herstellung der Polymerfolie durch vernetzende Micheal-Addition von Pentaerythritoltetraacetoacetat (PETAA) mit entweder 1,6-Hexan-dioldi-  
35 acrylat (HDDA) oder Pentaerythrittetraacrylat (PETA), wobei jeweils 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]-5-nonen (DBN) als Katalysator

verwendet wurde. Die folgenden weitere Komponenten wurden ggf. zugegeben.

- 5       - Photoinitiatorsystem, bestehend aus Campherchinon (CC) und 4-Dimethylaminobenzoesäureethylester (DABE),
- photopolymerisierbare Dimethacrylate, wie Triethylenglycoldimethacrylat (TEGDMA) oder 1,10-Decandiolmethacrylat (D3MA),
- 10      - Füllstoffe wie Aerosil OX-50 silanisiert oder Aerosil DT-4 (pyrogenes Siliciumdioxid, das mit 3-Methacryloyloxypropyltrimethoxysilan silanisiert wurde) und/oder Ytterbiumtrifluorid ( $\text{YbF}_3$ ).

15 Aus den Komponenten wurden jeweils zwei miteinander zu mischende Zusammensetzungen hergestellt, die als Basis-Mischung und Katalysator-Mischung bezeichnet wurden.

#### Beispiel 1

20 Basis- und Katalysator-Mischung wurden aus den nachstehend angegebenen Komponenten unter Rühren hergestellt (Mengen in Gew.-%):

	Basis-Mischung	Katalysator-Mischung
PETAA	-	49.7
25   HDDA	47.7	-
DBN	-	1.1
CC	0.6	-
DABE	1.0	-
TEGDMA	50.7	49.2
30	100.0	100.0

Zur Herstellung der Polymerfolien wurden Basis- und Katalysator-

Mischung jeweils im Gewichtsverhältnis 1:1 gemischt, zwischen zwei Polyesterfolien mit 0.1 mm Stahlbändern als Distanzhalter verpresst und 24 h lang bei 50 °C gehalten, um die gewünschte Umsetzung zu erzielen.

5

Nach dem Entfernen der Deckfolien und Distanzhalter konnten die die erzeugten Polymerfolien auf die gewünschten Abmessungen zugeschnitten werden. Die so hergestellten Polymerfolien waren farblos und wiesen keine Schmierschicht auf. Eine anschliessende Aushärtung mit einer Dentallichtquelle (Spectramat®, Ivoclar Vivadent AG) ergab nach 2 \* 3 (? 2 mal 3 min ?) Minuten Bestrahlungszeit farblose, stabile und biegbare Folien.

10

15

Die Messung der Härte der Polymerfolie nach Michael-Reaktion und nach anschließender Härtung führte zu folgendem Ergebnis.

20

Folie nach Michael-Reaktion (24 h, 50 °C)	-
Folie nachgehärtet (2 * 3 min. Spektramat®)	78 Shore D

### Beispiel 2

Basis- und Katalysator-Mischung wurden aus den nachstehend angegebenen flüssigen Komponenten unter Rühren hergestellt (Mengen in Gew.-%):

25

Aerosil OX-50 silanisiert und YbF<sub>3</sub> wurden in die Basis- oder Katalysator-Mischung per Hand eingerührt und danach über einen 3-Walzenstuhl (Fa. Exakt) homogenisiert.

30

	Basis-Mischung	Katalysator-Mischung
PETAA	-	22.7
PETA	16.9	-

DBN	-	0.5
CC	0.1	-
DABE	0.2	-
D3Mat	22.8	16.8
Aerosil OX-50 silanisiert	40.0	40.0
YbF <sub>3</sub>	20.0	20.0
	100.0	100.0

5

10 Die Herstellung der Polymerfolien erfolgte analog Beispiel 1.

Die hergestellten Polymerfolien mit polymerisierbaren Gruppen waren opak und wiesen keine Schmierschicht auf. Die anschließende photochemische Aushärtung führte zu stabilen und biegbaren

15 Folien. Nach einer Lagerung für 72 Stunden bei 37 °C in entionisiertem Wasser konnten keine Veränderungen der Folien-Eigenschaften festgestellt werden. Die Wasseraufnahme betrug lediglich 1,85 Gew.-%.

20 Messergebnis der Härtemessung (Mittelwerte aus 5 Messungen)

Folie nach Michael-Reaktion (24 h, 50 °C)	-
Folie nachgehärtet (2 * 3 min. Spektramat®)	92 Shore D
Lagerung in Wasser (72 h, 37 °C) und nachfolgende Trocknung (24 h, 37 °C)	91 Shore D
Wasseraufnahme (in %)	+ 1,85

25

30

### Beispiel 3

Basis- und Katalysator-Mischung wurden aus den nachstehend angegebenen Komponenten hergestellt:

5

	Basis-Mischung	Katalysator-Mischung
PETAA	-	46.6
PETA	52.3	-
DBN	-	1.0
CC	0.6	-
DABE	1.0	-
TEGDMA	46.1	52.4
	100.0	100.0

10  
15 Die Herstellung und Aushärtung der Folien erfolgte analog Beispiel 1. Es wurden dabei farblose, stabile und biegbare Folien erhalten, die auf den Oberflächen keinerlei Schmierschichten aufwiesen.

### 20 Messergebnis der Härtemessung

25

Folie nach Michael-Reaktion (24 h, 50 °C)	56 Shore D
Folie nachgehärtet (2 * 3 min. Spektramat®)	84 Shore D

### Beispiel 4

30 Basis- und Katalysator-Mischung wurden aus den nachstehend aufgeführten Komponenten (Mengen in Gew.-%) analog Beispiel 2 hergestellt.

	Basis-Mischung	Katalysator-Mischung
PETAA	32.6	-
PETA	36.5	-
DBN	-	0.8
CC	-	0.4
DABE	-	0.7
D3MA	-	69.0
Aerosil DT-4	30.9	29.1
	100.0	100.0

Die Herstellung und Aushärtung der Folien erfolgte analog Beispiel 2. Es ergaben sich opake stabile und biegbare Folien, deren Eigenschaften sich nach Wasserlagerung nicht veränderten.

Messergebnis der Härtemessung (Mittelwerte aus 5 Messungen)

Folie nach Michael-Reaktion 24 h, 50 °C)	-
Folie nachgehärtet (2 * 3 min. Spektramat®)	90 Shore D
Lagerung in Wasser (72 h, 37 °C) und nachfolgende Trocknung (24 h, 37 °C)	88 Shore D
Wasseraufnahme (in %)	+ 2.05

#### Beispiel 5

Dieses Beispiel zeigt Polymerfolien auf Basis von Polyurethanen.

Die Herstellung der Polymerfolien erfolgte durch Additionsreaktion eines Triisocyanates an Di- und Monohydroxy-Verbindungen, die weitere polymerisierbare Acryl- oder Methacrylgruppen enthalten. Als Katalysator für die Bildung des Polyurethans wurde  
5 Metatin 802 (Di-n-octylzinndiacetat) eingesetzt, wobei die anschließende Härtung unter Verwendung eines Photoinitiatorsystem aus Campherchinon (CC), EMBO ((p-Dimethylamino)-benzolsäureethylester) und Lucirin TPO (2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphin-oxid) und durch Bestrahlung mit einem Spectramat® erfolgte. Als  
10 Füllstoff wurde Aerosil DT-4 verwendet:

	GDMA	22.0
	Bis-GMA	22.0
15	LS 2294, Asymmetrisches Diisocyanat-Trimerisat mit Iminoxadiazindion-Struktur, erhältlich ausgehend von Hexamethyldiisocyanat	35.1
	CC	0.1
20	EMBO	0.4
	Lucirin TPO	0.5
	Aerosil DT-4	19.8
	Metatin 801	0.1
		100.0

25 Zur Folienherstellung wurden jeweils 10 g der oben genannten Zusammensetzung mit Metatin versetzt und zwischen zwei Parafilm-Folien mit 0,1 mm Stahlbändern als Distanzhalter verpresst. Dann ließ man die Mischung 15 Stunden bei Raumtemperatur reagieren.  
30 Die so hergestellte Polymerfolie war opak und hatte keine Schmierschicht auf der Oberfläche. Eine anschließende Polymerisation für 2 \* 2 min. Bestrahlung mittels des Spectramats® (Fa. Ivoclar Vivadent AG) ergab stabile und biegbare Folien, die

im Wasser sehr beständig waren.

Messergebnis der Härtemessung (Mittelwerte aus 6 Messungen)

5	Folie nach Reaktion 24 h, 50 °C)	26 Shore D
	Folie nachgehärtet (2 * 3 min. Spektramat®)	82 Shore D
10	Lagerung in Wasser (72 h, 37 °C) und nachfolgen- de Trocknung (24 h, 37 °C)	80 Shore D
	Wasseraufnahme (in %)	+ 1.95

Beispiel 6

15

Zur Überprüfung der Haftwerte von erfindungsgemäßen Polymerfolien an Zahnoberflächen wurde folgender Versuchsaufbau gewählt:

Die polierte Dentinoberfläche von Rinderzähnen wurde mit Ätzel  
20 (37%iges Phosphorsäure-Gel) 15 Sekunden lang geätzt. Das Ätzel  
wurde anschliessend abgespült und die Dentinoberflächen wurden  
getrocknet. Auf die so behandelte Oberfläche wurde 10 Sekunden  
lang das Dentinadhäsiv Excite® einmassiert und leicht verblasen.  
Auf die Oberfläche wurde ein Folienabschnitt von 4 mm Durchmes-  
25 ser gelegt. Ein zylindrischer Prüfstempel aus polymerisiertem  
Tetric® Ceram (Füllungskomposit von Ivoclar Vivadent AG) wurde  
auf einer Stirnfläche ebenfalls dünn mit Excite® bestrichen und  
auf die Folie aufgedrückt. Im letzten Präparationsschritt wurde  
die Versuchsanordnung 60 Sekunden lang durch den Prüfstempel  
30 hindurch mit einer Polymerisationslampe Astralis® der Fa. Ivo-  
clar Vivadent AG bestrahlt. Die auf diese Weise hergestellten  
Prüfkörper wurden anschließend über 24 Stunden in Wasser bei 37  
°C gelagert. Im Anschluss an die Wasserlagerung erfolgte die  
Messung der Haftung der Folie an dem Dentin in Anlehnung an die  
35 ISO/TS 11405 "Dental Materials - Testing of adhesion to tooth



structures".

Dabei wurden zwei Reihen von je 5 Prüfkörpern gemessen, die unter Verwendung von zwei Chargen der Polyurethanfolie nach  
5 Beispiel 5 hergestellt worden waren.

Messreihe 1:	Durchschnittswert:	10,6 MPa
	Standardabweichung:	3,1 MPa

10	Messreihe 2:	Durchschnittswert:	11,0 MPa
		Standardabweichung:	1,3 MPa

Die Bruchstellen wiesen alle einen adhäsiven Bruch auf, d.h. die Folienabschnitte blieben unbeschädigt. Der erreichte Wert der  
15 Adhäsion entspricht den Anforderungen an einen Bracket-Kleber, d.h. einem Kleber zur Befestigung von Zahnklammern, der eine Haftung von 10 MPa aufweisen soll.

Patentansprüche

1. Dentale Polymerfolie zum Beschichten von Zahnoberflächen dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerfolie polymerisierbare Gruppen aufweist.
2. Dentale Polymerfolie nach Anspruch 1, bei der polymerisierbaren Gruppen zumindest teilweise Acrylat- oder Methacrylat-Gruppen sind.
3. Dentale Polymerfolie nach Anspruch 1 oder 2, die auf der Basis von Polyurethanen, Michael-Additionsharzen oder anderen Polyaddukten aufgebaut ist.
4. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der zumindest ein Teil der polymerisierbaren Gruppen radikalisch polymerisierbar ist.
5. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der zumindest ein Teil der polymerisierbaren Gruppen kationisch polymerisierbar ist.
6. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die Initiatoren für die thermische, photochemische oder redoxinduzierte Polymerisation der polymerisierbaren Gruppen enthält.
7. Dentale Polymerfolie nach Anspruch 6, die die Initiatoren in mikroverkapselter Form enthält.
8. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die organische oder anorganische Füllstoffe enthält.
9. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die einen oder mehrere Polymerisationsinhibitoren enthält.
10. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die

ein oder mehrere Antioxidantien enthält.

11. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die ein oder mehrere Farbstoffe und/oder Pigmente enthält.
12. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die einen Haftvermittler aufweist.
13. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der die der Zahnoberfläche zugewandte Seite der Polymerfolie mit einem Haftvermittler für die Zahnhartsubstanz beschichtet ist.
14. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 13, die ein Antihaftadditiv aufweist.
15. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der die der Zahnoberfläche abgewandte Seite der Polymerfolie mit einem Antihaftadditiv für Plaque beschichtet ist.
16. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 15, die ein oder mehrere Wirkstoffe und insbesondere antimikrobielle Verbindungen und/oder ein oder mehrere Antibiotika enthält.
17. Dentale Polymerfolie nach einem der Ansprüche 1 bis 16, die ablösbar auf einer Trägerfolie gehalten ist.
18. Dentale Polymerfolie nach Anspruch 17, wobei die Trägerfolie als aufblasbarer Folienbeutel ausgestaltet ist.
19. Dentale Polymerfolie nach Anspruch 17 oder 18, wobei die Trägerfolie lichtdurchlässig ist.
20. Verwendung der dentalen Polymerfolie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 zur Beschichtung von Zahnoberflächen.
21. Verwendung nach Anspruch 20, bei der

- a) die Polymerfolie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 auf die Zahnoberfläche aufgebracht und durch Verformen an diese angepasst wird, und
- b) die polymerisierbaren Gruppen der aufgetragenen und angepassten Polymerfolie polymerisiert werden.

22. Verfahren zur Beschichtung einer Zahnoberfläche, bei dem

- a) die Polymerfolie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 auf die Zahnoberfläche aufgebracht und durch Verformen an diese angepasst wird, und
- b) die polymerisierbaren Gruppen der aufgetragenen und angepassten Polymerfolie polymerisiert werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem zur Beschichtung einer Zahnoberfläche im Approximalraum der Approximalraum mittels eines Spreizers gespreizt wird, die zu beschichtende Oberfläche gereinigt und mittels Ätztechnik oberflächenkonditioniert wird, wonach ein Adhäsiv auf die so vorbereitete Zahnoberfläche aufgebracht und die polymerisierbare Polymerfolie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 in den Approximalraum eingebracht und an die Zahnfläche angelegt und deren polymerisierbare Gruppen nach Anformung polymerisiert werden, um eine Beschichtung zu ergeben.

24. Kit bestehend aus einer dentalen Polymerfolie gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19 zur Versiegelung und zum mechanischen Schutz der Zahnoberfläche und einem Adhäsiv zur Fixierung der Polymerfolie auf der Zahnoberfläche.

Zusammenfassung

Es wird eine dentale Polymerfolie beschrieben, die sich zum Beschichten und Versiegeln von Zahnoberflächen insbesondere im Approximalraum eignet und dadurch auszeichnet, dass sie polymerisierbare Gruppen aufweist.